面向应用型人才培养的交通 BIM 课程教学方案研究与实践

涂圣文 赵振华 姚常伟

（贵州师范大学材料与建筑工程学院，贵阳 550001）

摘要：为培养满足社会需求的交通 BIM 人才，在分析交通行业 BIM 技术发展态势以及交通类专业计算机应用课程开设现状的基础上，提出了交通 BIM 应用能力培养的“1+1”教学模式，分别从路线和结构物两方面培养学生的 BIM 建模能力。教学实施方案中，整个教学过程分为四个相互衔接、逐级过渡的阶段，通过 CAD-BIM 衔接教学环节、对比教学法、项目驱动式综合实践等教学手段，让学生较快了解 BIM 技术相较于 CAD 技术的进步特征，掌握 BIM 技术的基本技能并具备一定的实践能力。

关键词：BIM;道路 CAD; 教学模式;对比教学法; 项目驱动式

中图分类号: **DOI：**

文献标志码: **文章编号:**

Research and Practice on the Teaching Program of Transportation BIM for Application-Oriented Talents

TU Shengwen, ZHAO Zhenhua, YAO Changwei

(School of Material and Architecture Engineering，Guizhou Normal University，Guiyang 550001，China)

Abstract: In order to cultivate the traffic BIM talents to meet the social needs, the "1+1" teaching mode of transportation BIM application ability is put forward in this paper on the basis of analyzing the development trend of BIM technology in the transportation industry and the current situation of the computer application course of transportation specialty. In the proposed teaching mode, the BIM modeling ability of students is developed from the aspects of alignments and structure respectively. In the teaching implementation plan, the whole teaching process is divided into four stages which are connected with each other and step by step. Through teaching methods such as CAD-BIM connection teaching, contrast teaching and project-driven comprehensive practice, students can quickly understand the advanced character of BIM technology compared with the CAD technology, master the basic skills of BIM technology and have some practical ability.

Keywords: BIM; Highway computer aided design; Teaching mode; Contrast teaching; Project-driven

0 引言

近年来，随着计算机硬件与软件技术发生质的飞跃，工程领域计算机辅助设计正逐渐由传统的 CAD 阶段向 BIM 阶段过渡。BIM 技术除了具备 CAD 的各项功能，包含各类建筑和结构信息外，还包含涉及整个项目生命周期的经济和管理信息[1]。国外相关实践表明，将 BIM 技术应用于工程设计、施工、运营维护等阶段，能够显著提高工程建造效率，大量减少工程风险[2]。

为迅速培养一批符合 BIM 技术发展需求的应用型人才，不少高校开始启动 BIM 技术教育工作。如张静晓等[3]以结果导向教育（OBE）为教学理念，基于结果链构建了建筑工程专业学生 BIM 工程能力培养逻辑框架，建立了结果导向的 BIM 工程能力培养路径模型。黄剑等[4]分析了工程造价专业 BIM 人才培养目标、岗位需求及所需的 BIM 能力特征，在课程体系与实践教学上提出具体可行的改革措施。陆海燕等[5]结合我国土木工程类专业人才培养方案和教学条件，将 BIM 与 VR 技术应用于

【基金项目】2017 年贵州省高等学校教学内容和课程体系改革项目（项目名称：注册建造师制度下《道路桥梁工程施工技术》及其相关课程教学改革研究）；2017 年贵州省研究生教育创新计划项目（GZZ2017010）

【作者简介】涂圣文（1975-），男，博士，副教授。主要从事道路 CAD、交通 BIM 教学、科研工作。

土木工程 CAD 教学，其研究表明，新的教学模式不仅使学生了解并运用 BIM 与 VR 技术，而且能提高学生的创新与实践能力。何蕊等[6]将 BIM 技术教学引入大学生土木工程制图课堂，将传统的土木工程制图课程教学转变为集手工绘图、计算机二维绘图及计算机三维建模为一体的新体系。缪盾[7]基于 BIM 建模探讨了建筑工程制图教学新体系构建，将工程制图的学习与 BIM 建模过程统一，增强学生空间思维能力。

与建筑行业相比，交通行业 BIM 技术发展状况、BIM 技术推广应用的政策环境以及 BIM 软件的适用情况都并不相同。因此，交通类专业 BIM 人才的培养与教学模式并不能完全照搬建筑行业。本文的研究目的，就是基于交通行业 BIM 技术的发展态势以及交通专业计算机应用课程的开设现状等实际情况出发，研究培养交通类专业学生 BIM 应用能力的途径，探讨交通类专业 BIM 技术教学的实施路径。

1 交通 BIM 应用能力培养的教学模式构建

与传统的二维道路 CAD 设计系统不同，基于 BIM 技术的道路建模过程主要包含两个部分，即“路线 BIM 建模”和“结构物 BIM 建模”[8]。其中“路线 BIM 建模”是根据道路的平、纵、横几何设计数据构建路线三维模型，“结构物 BIM 建模”是构建道路沿线的桥梁、涵洞、隧道及交通安全设施等构造物三维模型，二者组装后即形成完整的道路三维信息模型。路线三维模型是整个道路模型的主体和基础，也是其他构造物模型组装的参照系统，这一点是线状分布的交通 BIM 模型与建筑 BIM 模型的主要不同之处。

因此，为培养学生的交通 BIM 应用能力，需要分别讲授“路线 BIM 建模”技术和“结构物 BIM 建模”技术。其中“路线 BIM 建模”技术可理解为传统二维道路设计技术融入 BIM 理念的升级阶段，如国内老牌的道路 CAD 软件纬地、EICAD、鸿业等近年都推出了基于 BIM 技术的新版本；“结构物 BIM 建模”技术则是全新的领域，以往的 CAD 课程中尚未涉及，需要开设新的课程进行教学。

根据上述分析，提出了交通 BIM 应用能力培养的“1+1”教学模式（图 1）。一方面，在道桥、交通工程等专业开设的《道路工程 CAD》课程中增设路线 BIM 建模的教学内容，在学生学好传统路线 CAD 基本技能的基础上，进一步讲授路线 BIM 的基本概念和建模技术；另一方面，新开设《交通结构物 BIM 建模》课程，选用常用的结构物 BIM 建模软件，讲授交通结构物 BIM 建模的基本原理和实现技术，供道桥、桥梁、隧道等专业学生选修。“1+1”教学模式与 BIM 技术实际应用状况相一致，进入 BIM 阶段后，由于道路三维模型包含的信息量大，建模工作量大，一般更强调的是多专业协同工作，即由路线专业人员完成路线建模，由桥梁、隧道等其他专业人员分别完成各类结构物建模。因此，交通 BIM 教学中，没必要要求每个学生掌握所有的建模技术，如我校道桥专业 BIM 教学中以路线建模技术讲授为主，在毕业设计、科技竞赛等环节中再指导部分学有余力的学生学习结构物建模技术。

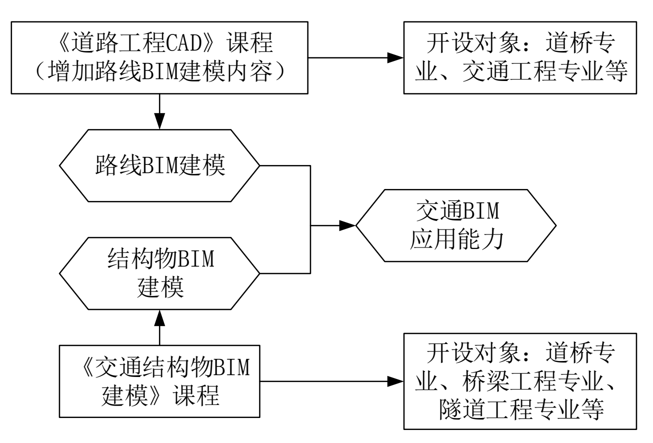


图 1 交通 BIM 应用能力培养的"1+1"教学模式

2 交通 BIM 教学软件选择和教学方案设计

2.1 教学软件选择

目前国内交通行业开始应用的 BIM 软件主要分为国外和国内两大类。国外软件主要来源于 Autodesk 公司（A 平台）和 Bentley 公司（B 平台），如表 1 所示，均包含相应的路线建模软件和结构物建模软件，支持工程项目全生命周期 BIM 应用。国内交通 BIM 软件则来源于几家道路 CAD 软件商在原来 CAD 软件基础上的升级，如 EICAD 3.0 软件、鸿业路立得 Roadleader 软件，其主要特点是目前只具备路线建模功能，应用阶段仅限于设计阶段。国内外交通 BIM 软件平台的主要优缺点如表 2 所示。

表 1 国外主要的交通 BIM 软件平台

	Autodesk 平台	Bentley 平台
路线建模软件	Civil 3D	PowerCivil
结构物建模软件	Revit, Dynamo,等	OpenBridge Modeler,Civilstation, ProStructural, AECOsimBuilding Designer, 等

表 2 国内、外交通 BIM 软件平台优缺点比较

	优点	缺点
国外软件	具有完整的路线建模和结构物建模功能，支持工程项目全生命周期 BIM 应用。	对国内规范和出图标准支持性差，应用中定制工作量大
国内软件	支持国内技术规范，支持符合国内标准的二维施工图纸输出	仅具备路线建模功能，尚未推出结构物建模软件，对全生命周期 BIM 应用支持性差

目前，虽然我国交通行业部分项目开始尝试 BIM 技术应用，但由于相关的 BIM 模型、BIM 成果交付标准等规范性文件尚未出台，目前交通项目总体上还是以传统的二维设计为主。从表 2 可以看出，现今不管是国外软件还是国内软件都无法完全满足交通行业的应用现状，需要结合起来使用。

根据这一现状，交通 BIM 教学中宜采用"国内+国外"的软件配置模式。国内软件主要选用 EICAD 3.0 软件和 Roadleader 软件，这两款软件在路线 CAD 教学阶段会讲授其二维设计阶段的版本，也是国内公路、城市道路设计院广泛使用的设计软件。国外软件则以讲授 Bentley 平台的系列软件为主，这主要是由于 Bentley 软件对交通行业的专业化定制更深入，在国内的应用面和推广力度也较大。除

此之外，还选用 Autodesk 公司的 Civil 3D 软件作为 CAD-BIM 技术的衔接教学软件，帮助学生理解从 CAD 到 BIM 的过渡特征。

2.2 教学方案设计

交通 BIM 课程教学实施方案如图 2 所示，整个教学过程大致分为四个阶段。第一阶段为路线 CAD 教学阶段，此阶段讲授传统的道路 CAD 课程内容，主要培养学生运用计算机工具辅助工程设计的基本能力。这部分内容既是学生学习 BIM 技术的基础，也能培养学生毕业后从事交通设计项目必备的技能。第二阶段为 CAD-BIM 衔接性教学，主要让学生了解 BIM 的基本概念，熟悉道路 BIM 软件较道路 CAD 软件的主要升级特征。第三阶段为交通 BIM 建模教学的主体部分，分为“路线 BIM 建模”和“结构物 BIM 建模”两部分，我校道桥专业课堂教学主要讲授“路线 BIM 建模”部分，“结构物 BIM 建模”安排在科技竞赛或毕业设计环节，供学有余力的学生选修学习。第四阶段为 BIM 综合实践阶段，通过在科技竞赛或毕业设计环节安排 BIM 实训项目，培养学生综合运用 BIM 技术的实操能力。

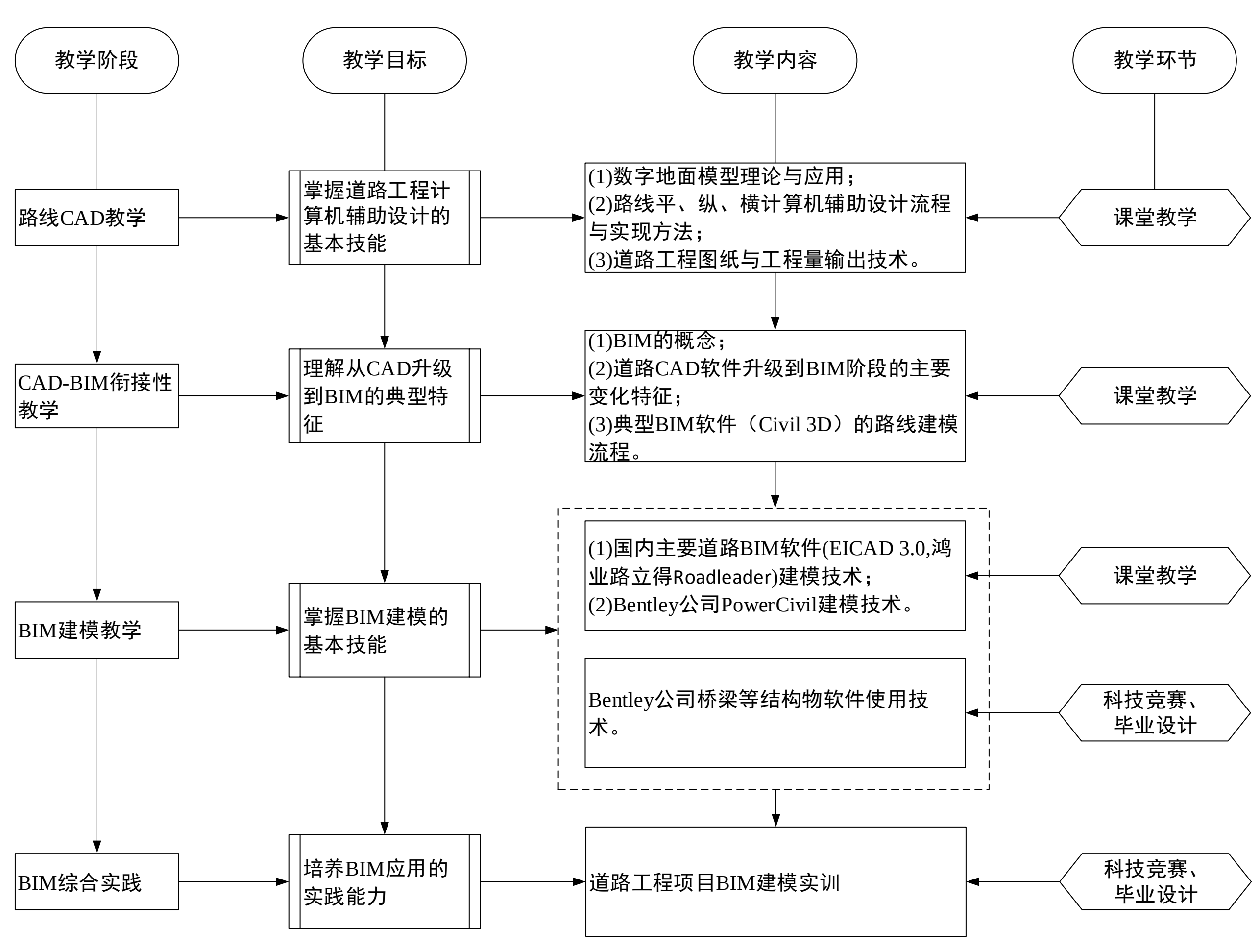


图 2 交通 BIM 课程教学实施方案

2.3 教学课时安排

上述四个教学阶段的课时安排如表 3 所示。其中实践环节的课时主要包含在课下实践作业、科技竞赛、毕业设计等环节中。

表 3 交通 BIM 课程教学课时安排

教学阶段	课堂教学课时	实践环节课时	备注

路线 CAD 教学	20	20	课下实践作业
CAD-BIM 衔接性教学	6	6	课下实践作业
BIM 建模教学	22	44	课下实践作业、科技竞赛、毕业设计
BIM 综合实践		20	科技竞赛、毕业设计

3 关键教学环节与教学方法简介

交通 BIM 教学是一门全新的课程，没有可以直接借鉴的教学方法。经过我校 2014 级、2015 级交通 BIM 课程教学实践的摸索，总结出一些提高教学效果的教学方法，现将其中主要几点分述如下。

3.1 重视 CAD-BIM 技术衔接教学

BIM 技术被视为继 CAD 技术之后，工程领域又一项技术革命[9]。学生刚接触 BIM 的时候，对这项新技术既好奇又充满疑惑，既想了解 BIM 技术到底新在什么地方，又想了解 BIM 技术相对 CAD 技术的改进点体现在哪些方面。为让学生尽快熟悉道路 BIM 技术的特点，在教学中设计了一个 CAD-BIM 技术衔接性教学环节，这个衔接教学环节主要讲授三个方面的内容：

（1）BIM 的基本概念以及国内外发展态势；

（2）道路 CAD 技术升级到 BIM 阶段的主要技术变化特点。从工作流程、设计对象组织模式、自动化和智能化水平、协同工作机制、成果交付方式等五个方面归纳了道路 CAD 系统升级到 BIM 阶段的主要技术变化特点，如表 3 所示；

（3）Autodesk Civil 3D 软件路线建模技术讲解。Civil 3D 是 Autodesk 公司较早推出的路线 BIM 建模软件，选用其作为衔接阶段教学软件，一方面是由于其与国内广泛使用的道路 CAD 软件均基于 AutoCAD 平台，学生对该软件的界面和基本操作均不存在陌生感；另一方面，国内目前主要的路线 BIM 建模软件 EICAD 3.0 和 Roadleader 均基于 Civil 3D 的软件思想，理解了 Civil 3D 的建模思路，能够很快掌握 EICAD 3.0 软件和路立得 Roadleader 软件的使用。

表 3 道路 CAD 系统升级到 BIM 阶段的主要技术变化特点

	道路 CAD 系统	道路 BIM 系统
工作流程	平、纵、横依次设计的“顺序式”流程	以构建道路三维信息模型为主线，平、纵、横三维协同优化设计
设计对象组织模式	基于数据文件的组织模式，设计对象可由数据文件生成，设计对象间不存在关联关系	采用面向对象的思想，设计对象间存在动态关联关系
自动化和智能化水平	横断面设计采用“边坡模板+人机交互”的模式，横断面设计效率低	采用装配和部件技术，大大提高横断面设计的自动化、智能化水平
协同工作机制	“单机”工作模式，主要是设计单位使用，专业间衔接工作量大	通过统一的协同工作平台，实现项目建设全寿命周期各阶段、各参建方、各专业间的衔接与协作
成果交付方式	二维平、纵、横设计图纸	数字化的道路三维信息模型

3.2 广泛采用对比教学法

交通 BIM 教学中，涉及到的教学软件比较多，既有作为先导课程的道路 CAD 软件，也有国内、国外的道路 BIM 软件，为让学生在有限的课时里能掌握好各类软件的使用方法，教学中广泛采用了

对比教学法，从道路 CAD 软件与 BIM 软件之间、国外 BIM 软件与国内 BIM 软件之间、国内 BIM 软件之间等几个方面归纳不同软件之间的相似点和差异点。例如在“道路装配”这一较难知识点的教学中，将 Civil 3D 软件和 EICAD 3.0 软件进行对比，如图 3、图 4 所示。Civil 3D 软件中通过“条件挖方”、“条件填方”这两部件自动判别边坡填、挖方及其分级。EICAD 3.0 软件则通过“交地点判断”、“终止点判断”、“部件跳转点判断”、“装配跳转点判断”等逻辑部件，来自动选择合适的边坡模板。对比教学法的使用，让学生在学完 Civil 3D 软件的基础上，能够很快掌握 EICAD 3.0 软件和 Roadleader 软件，显著提高了道路 BIM 课程的教学效率。

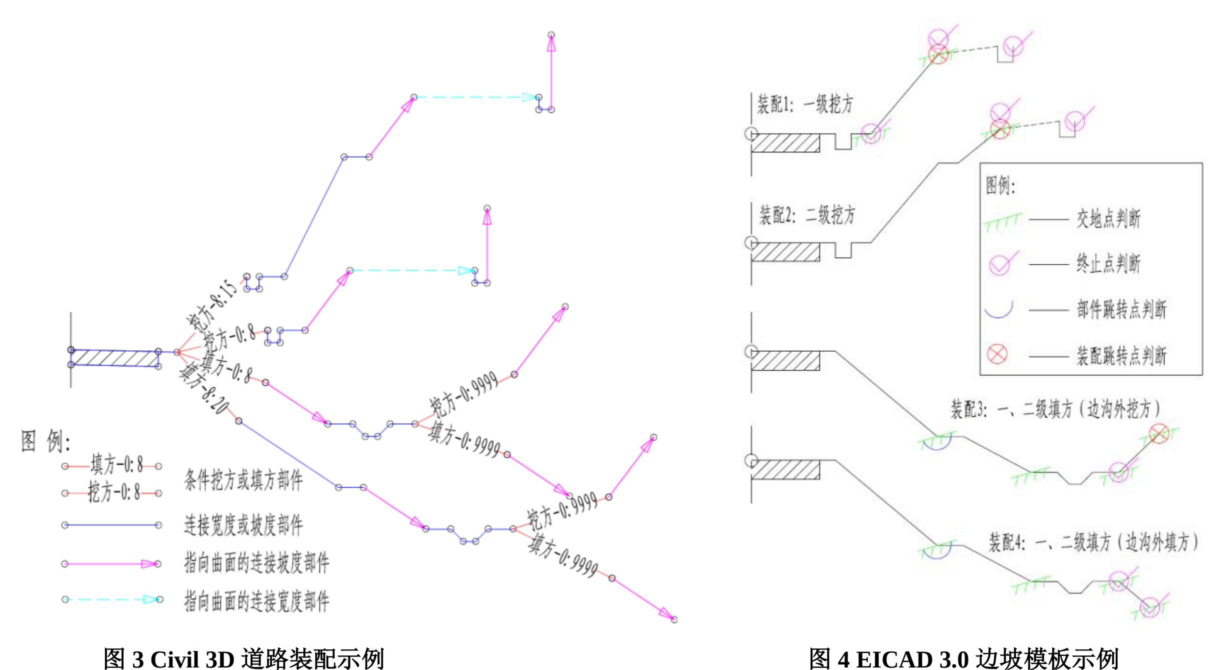


图 3 Civil 3D 道路装配示例　　**图 4 EICAD 3.0 边坡模板示例**

3.3 推行项目驱动式综合实践

相较于其他专业课程，道路软件类课程对学生的动手实践能力要求更高。教学中，除了每次课后均要求学生完成一定数量的实践练习之外，每年在课外科技竞赛或毕业设计环节，都会从教师科研项目中选择一两个子项目作为学生科技竞赛或毕业设计的课题，要求学生完全按照实际项目的工作内容和成果提交标准来完成课题。来源于教师实际工程项目的实践题目，不仅让学生获得将课堂所学运用于项目实践的机会，也能进一步提升学生完成项目的系统性、规范性能力，培养学生独立分析问题、解决问题的能力，让其毕业后能快速胜任道路 BIM 设计师的岗位要求。图 5、图 6 分别为 2017 年学生参加大学生“挑战杯”比赛和“节能减排”竞赛制作的市政道路 BIM 模型和公路 BIM 模型。



图 5 参加“挑战杯”比赛制作的道路 BIM 模型



图 6 参加“节能减排”竞赛制作的道路 BIM 模型

4 教学效果

分别选取了 2013 级和 2014 级若干名道桥专业毕业生进行教学效果对比实验。其中 2013 级学生理论课教学阶段仅进行了传统的道路 CAD 课程教学，学生通过在毕业设计阶段补充学习了交通 BIM 相关知识和操作技能。2014 级学生则完全按本文提出的教学方案进行了交通 BIM 教学与实践。教学效果测试均安排在毕业设计阶段，结合学生的毕业设计课题，分别开展了交通 BIM 理论测试和实践能力测试，测试结果如图 7 所示。从图中可以发现 2014 级学生的理论成绩和实践成绩均明显高于 2013 级学生。同时，2014 级毕业生因熟练掌握了 BIM 技能，在就业市场也广泛受到了用人单位的欢迎，BIM 方向就业率明显高于 2013 级学生（图 7）。

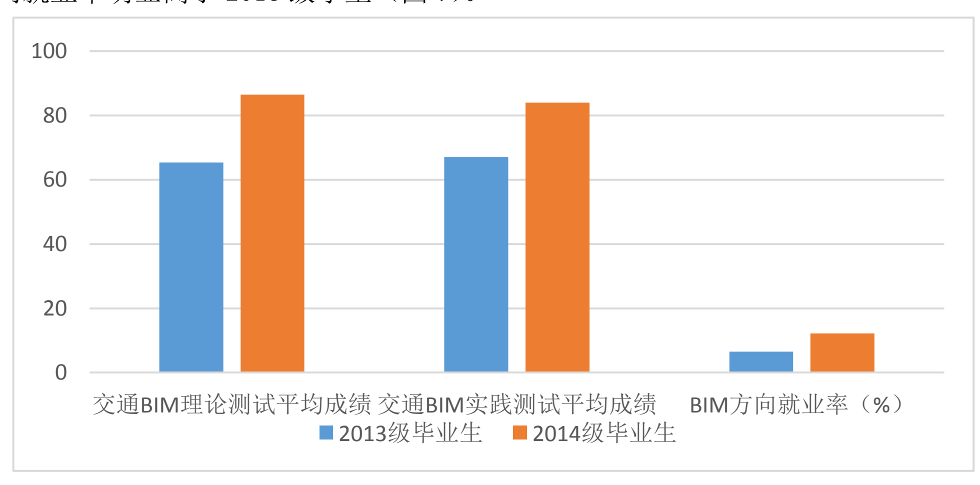


图 7 教学效果对比图

5 结语

随着国家对 BIM 技术推广力度的加大，交通行业对应用型 BIM 人才的需求量正呈现爆发式增长，有必要在高校交通类专业中开设 BIM 技术的相关课程。本文在分析交通行业 BIM 技术的发展态势以及交通类专业计算机应用课程开设现状的基础上，提出了交通 BIM 应用能力培养的“1+1”教学模式，选择了符合实际应用状况的国内外软件作为教学软件，将整个教学过程分为路线 CAD 教学、CAD-BIM 衔接性教学、BIM 建模教学、BIM 综合实践等四个阶段。通过 CAD-BIM 技术衔接教学环节、对比教学法、项目驱动式综合实训等教学手段，让学生在学习道路 CAD 基本技能的基础上，能较快了解 BIM

的特征、掌握 BIM 技术的操作技能。

由于交通 BIM 技术总体上还处于推广阶段，相关的技术标准还尚未出台，也还不存在统一的 BIM 应用软件平台，教学中应密切关注国内、外交通 BIM 技术发展趋势及行业资讯，并据此来动态调整每年的教学内容，只有这样才能够实现教有所用、学有所用，能真正培养出符合社会需求的交通 BIM 人才。

参考文献：

[1]孙成双,江帆,满庆鹏. BIM 技术在建筑业的应用能力评述[J].工程管理学报,2014,28(03):27-31
[2]饶平平,张筱骏男,张朝阳.BIM 技术在深基坑施工课程教学中的应用[J].土木建筑工程信息技术,2017,9(05):79-83
[3]张静晓,王引,李慧.结果导向的 BIM 工程能力培养路径研究[J].工程管理学报,2017,31(06):1-5
[4]黄剑,汪海津,尹贻林.基于 BIM 的工程造价专业课程体系与教学改革研究——以应用型本科高校为例[J].工程经济,2017,27(10):72-76
[5]陆海燕,鲍文博,王海军,白泉.基于 BIM 与 VR 技术的土木工程 CAD 教学模式实践探讨[J].土木建筑工程信息技术,2017,9(04):62-66
[6]何蕊,栾英艳,高岱.基于 BIM 人才培养的土木工程课程体系改革研究[J].图学学报,2017,38(02):102-108
[7]缪盾.基于 BIM 的建筑工程制图教学体系构建[J]. 图学学报,2016,37(06):826-830
[8]任耀.AutoCAD Civil 3D 2013 应用宝典[M].上海：同济大学出版社，2013
[9]孙建诚,李永鑫,王新单. BIM 技术在公路设计中的应用[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版),2017,36(11):23-27